



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 366 957**

51 Int. Cl.:
H04L 12/24 (2006.01)
H04L 12/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06705591 .3**
96 Fecha de presentación : **26.01.2006**
97 Número de publicación de la solicitud: **1845656**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **17.10.2007**

54 Título: **Método para la realización de una ruta de transmisión principal y de reserva.**

30 Prioridad: **02.02.2005 CN 2005 1 0004845**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
27.10.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
27.10.2011

73 Titular/es: **HUAWEI TECHNOLOGIES Co., Ltd.**
Huawei Administration Building
Bantian Longgang District
Shenzhen, Guangdong 518129, CN

72 Inventor/es: **Xu, Yongliang**

74 Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

ES 2 366 957 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método para la realización de una ruta de transmisión principal y de reserva

5 CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere al campo técnico de una red DCN (Red de Comunicación de Datos) y, en particular, a un método para la realización de una ruta de transmisión de servicio/reserva.

10 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Entre las numerosas redes que transmiten datos sobre la base del protocolo IP, una red DCN es una red de comunicación de paquetes especializada en el transporte de información de gestión y mensajes de señalización distribuida y pertenece al ámbito de la red de soporte de telecomunicaciones y no transmite el flujo de tráfico final de los usuarios de forma directa.

Más concretamente, un enlace de transmisión física, en una red DCN, se refiere a un canal de control dentro de la fibra y a un canal de control fuera de la fibra. El canal de control dentro de la fibra puede ser un ECC (Canal de Control Integrado), tal como un DCC (Canal de Comunicaciones de Datos) en una SDH (Jerarquía Digital Síncrona) o un GCC (Canal de Comunicación General), un canal de control óptico dedicado en una OTN (Red de Transporte Óptico), etc. Además, el canal de control fuera de la fibra (que solamente transmite información de gestión y mensajes de señalización distribuida y no transmite mensajes de servicio) puede ser una ruta de transmisión de Ethernet.

Una capa de red de la red DCN está conforme al protocolo TCP/IP. Dicho de otro modo, cada nodo en una red DCN puede consultar una tabla de encaminamientos preestablecida en función de la información de dirección IP de destino, encapsulada en un paquete transmitido, para obtener la siguiente información de nodo de salto siguiente y a continuación, enviar el paquete. La tabla de encaminamientos, configurada en cada nodo, se puede basar en un protocolo de configuración de ruta estática o en un protocolo de encaminamiento dinámico. Actualmente, el protocolo de encaminamiento dinámico se suele adoptar para generar una tabla de encaminamientos porque el protocolo de encaminamiento dinámico presenta la ventaja de que se puede evitar un fallo de la red en un paquete modificando dinámicamente la configuración de la tabla de encaminamientos. De este modo, una red DCN puede regenerar dinámicamente la tabla de encaminamientos configurada, en cada nodo, en función del estado de fallo de la red. Después de que se regenere, de forma síncrona, la tabla de encaminamientos de red completa, un paquete a transmitirse se puede entregar al nodo de destino, manteniéndole alejado de las rutas en las que se produce el fallo. Por lo tanto, en una red DCN, al realizar la ruta de transmisión de servicio/reserva por medio de tablas de encaminamientos, en conjunción con protocolo de encaminamiento dinámico, se puede conseguir una gran capacidad de tolerancia a fallos.

Sin embargo, en el método para realizar una ruta de transmisión de servicio/reserva, en una red DCN, por medio de tablas de encaminamientos en conjunción con un protocolo de encaminamiento dinámico, después de que se produzca un fallo en la red, los nodos en una ruta de transmisión, en la que se produce el fallo, necesitan difundir la información de fallo a otros nodos, salto a salto, desde la posición cercana a la lejana, en función de un protocolo de encaminamiento dinámico y a continuación, cada nodo recalcula la tabla de encaminamientos. Durante la actualización de la tabla de encaminamientos (es decir, antes de que se regenere, de forma síncrona, la tabla de encaminamientos de red completa), es posible que la tabla de encaminamientos, en cada nodo, no sea compatible entre sí. Como resultado, parte de los paquetes no se pueden enviar correctamente al nodo destino y se desechan debido a una limitación en los tiempos de envío o por un desbordamiento de la capacidad de la cola de espera relacionada. Además, el tiempo necesario para la actualización de la tabla de encaminamientos mantiene una relación con la escala de magnitud de la red. Para una red de pequeño tamaño, el tiempo se puede controlar al nivel de segundos, pero para una red de tamaño grande, el tiempo puede ser de varios minutos lo que, a veces, es intolerable para la transmisión de la información de gestión y del mensaje de señalización distribuida y puede causar la pérdida de alguna información de gestión muy importante. Por ejemplo, el mensaje de notificación del fallo y los sucesivos se pueden desear durante el proceso de transmisión.

Además, según un principio de la tecnología de MPLS (Conmutación de Etiquetas Multiprotocolos), se puede establecer una pluralidad de rutas lógicas LSP (Rutas de Conmutación de Etiquetas) en la capa de red de una red DCN. De este modo, cuando un paquete a transmitirse pasa a través de una ruta LSP, se puede enviar directamente en función del valor de la etiqueta (Label) encapsulado en el paquete, de modo que pueda evitarse la consulta de la tabla de encaminamientos. Para un paquete, LSP es un "túnel", es decir, un enlace de envío de paquetes virtual. De este modo, al establecer dos o más rutas LSP, no solapadas, entre cualesquiera dos nodos, se puede establecer una relación de protección mutua entre estas rutas LSP. Dicho de otro modo, cuando una ruta LSP es interrumpida debido a un fallo de la red, el paquete se puede conmutar a otras rutas LSP de reserva para su envío. De este modo, se puede formar una protección de MPLS 1+1 o la solución de protección 1:1 (N) (para la protección de MPLS 1+1 o la solución de protección 1:1 (N), se puede hacer referencia al documento ITU-T G.7712). La ventaja del método para realizar una ruta de transmisión de servicio/reserva en una red DCN, a través de la ruta LSP en MPLS, reside en que: un paquete se puede conmutar rápidamente desde una ruta LSP, en la que se produce el fallo, a otras rutas LSP de reserva para su reenvío. La duración del proceso de conmutación puede ser más corta que 50 ms, por lo que se puede reducir la pérdida de paquetes durante el proceso de transmisión.

Sin embargo, en el método para realizar la ruta de transmisión de servicio/reserva, en una red DCN, a través de una ruta LSP en MPLS, se necesita establecer previamente dos o más rutas LSP entre cualesquiera dos nodos en los que haya de entregarse un mensaje de comunicación. De este modo, para una red DCN con N nodos, si se requiere establecer una conexión de ruta LSP entre cualesquiera dos nodos, el número total de rutas LSP a establecerse estará en proporción directa con el cuadrado del número de nodos N. Por lo tanto, la carga de trabajo de establecimiento y mantenimiento para las tareas de establecer y mantener el número de rutas LSP del número N al cuadrado es muy pesada y la posibilidad de ampliación de la red DCN estará consecuentemente limitada. Además, cuando se produzcan dos o más fallos en los recursos de la red, los fallos pueden ocurrir simultáneamente en las rutas LSP de servicio y LSP de reserva. Por lo tanto, se puede interrumpir la comunicación. En tal caso, la fiabilidad del envío de paquetes será más baja que la del método para realizar una ruta de transmisión de servicio/reserva por medio de las tablas de encaminamientos en conjunción con un protocolo de encaminamiento dinámico.

En el documento EP-A-1 111 860 (NORTEL NETWORKS LTD [CA] 27 junio 2001) se da a conocer una red de ordenadores que proporciona conmutación de protección para reencaminar paquetes de datos en el caso de producirse un fallo del enlace de la red. En el documento US 2003/063580 A1 (JENQ YAU-REN [US] et al, de 3 de abril de 2003), se da a conocer una técnica de conmutación de protección que hace más eficaz el uso de los recursos de la red. En el documento EP-A 1 318 648 (NORTEL NETWORKS LTD [CA] 11 junio 2003) se da a conocer un método para proporcionar recursos de recuperación de rutas en caso de fallo del enlace o del nodo. "Marco de trabajo para la recuperación basada en la conmutación de etiquetas multiprotocolos (MPLS); rfo3469.txt" SHARMA V et al IETF STANDARD, INTERNET ENGINEERING TASK FORCE, IETF, CH, febrero 2003, el documento XP015009252 ISSN: 0000-0003) da a conocer dos modelos básicos para la recuperación de rutas y el alcance de la recuperación. "Construcción de redes MPLS fiables utilizando un mecanismo de protección de rutas" (CHANGCHENG HUANG ET AL, IEEE COMMUNICATIONS MAGAZINE, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, US, vol 40 nº 3, marzo 2002 páginas 156-162, XP0-1092802 ISSN: 0163-6804) da a conocer un mecanismo de protección de rutas. "Un método para el establecimiento de rutas de conmutación de etiquetas alternativas para gestionar con rapidez la operación de reencaminamiento; aff-haskin-mpls-fast-reoute-05.txt", (DIMITRY RASKIN RAM KRISHNAN AXIOWAVE NETWORKS STATUS, IETF STANDARD-WORKING-DRAFT INTERNET ENGINEERING TASK FORCE, IETF, CH, nº 5 noviembre 2000, XP015014123 ISSN: 0000-0004) da a conocer un método para el establecimiento de una ruta de conmutación de etiquetas alternativa con el objetivo de proporcionar una protección contra fallos única. "Conmutación de protección para redes MPLS; Y.1720 (04103)" (ITU-T STANDARD SUPERSEDED (S), UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES, GENOVA, CH, nº Y1720 4/3, 6 abril 2003, XP017404387) da a conocer requisitos y mecanismos para la funcionalidad de conmutación de protección 1+1 y 1:1 para el plano del usuario en redes MPLS.

SUMARIO DE LA INVENCION

Un objetivo de la presente invención es dar a conocer un método para realizar una ruta de transmisión de servicio/reserva que puede mejorar la fiabilidad del envío de paquetes y reducir la carga de trabajo de mantenimiento y la complejidad del mantenimiento de la ruta de transmisión de servicio/reserva.

Para resolver el problema anterior, la invención utiliza las soluciones siguientes.

Un método para realizar una ruta de transmisión de servicio/reserva, según la reivindicación 1 y, respectivamente, un aparato para realizar una ruta de transmisión de servicio/reserva según la reivindicación 13.

La red es una red para transmitir datos a través del protocolo IP.

En el método para la realización de una ruta de transmisión de servicio/reserva, N pares de rutas LSP están configurados para cada enlace de transmisión física y las direcciones de transmisión de cada par de rutas LSP son opuestas entre sí, siendo N un número natural.

En el método para la realización de una ruta de transmisión de servicio/reserva, la configuración de una ruta LSP de reserva, para el enlace de transmisión física, se realiza por uno de entre:

utilización de RSVP-TE (Protocolo de Reserva de Recursos –Extensión del Tráfico);

utilización de CR-LDP (Protocolo de Distribución de Etiquetas basado en Restricciones) y

la configuración de una tabla de envío de etiquetas en cada nodo en la red DCN.

El enlace de transmisión física es físicamente independiente de un enlace de transmisión física a través del cual pasa la ruta LSP de reserva.

El método para realizar una ruta de transmisión de servicio/reserva comprende, además: cuando el enlace de transmisión física, en el que se produce el fallo, se recupera al estado normal, se envía el paquete transmitido en la ruta LSP de reserva al enlace de transmisión física, que ha recuperado el estado operativo normal para su transmisión.

Un valor de coste de la ruta LSP de reserva está configurado como superior a un valor de coste del enlace de transmisión física protegido por la ruta LSP de reserva y menor que una suma de los valores de coste de los enlaces de transmisión física a través de los cuales pasa la ruta LSP.

5 En el método para realizar la ruta de transmisión de servicio/reserva, si al menos dos pares de rutas LSP están configuradas para el enlace de transmisión física, cuando se produce el fallo en el enlace de transmisión física, el paquete a transmitirse en el enlace de transmisión física se reenvía a una ruta LSP de reserva con un valor de coste mínimo para la transmisión.

10 En el método para realizar una ruta de transmisión de servicio/reserva, el reenvío del paquete a transmitirse en el enlace de transmisión física, en donde se produce el fallo, a una ruta LSP de reserva, para su transmisión, se realiza por uno de los métodos siguientes:

15 la modificación de un elemento de lista dirigido al enlace de transmisión física, en el que se produce el fallo, en una tabla de encaminamientos guardada en un nodo fuente, en el enlace de transmisión física, en donde se produce el fallo, a un elemento de lista dirigido a la ruta de conmutación de etiquetas de reserva y

20 la redirección del paquete transmitido, en el enlace de transmisión física, en donde se produce el fallo, a una ruta LSP de reserva para su transmisión en un controlador de interfaz del enlace de transmisión física en el que se produce el fallo.

El enlace de transmisión física es un canal de control dentro de la fibra o un canal de control fuera de la fibra.

25 El método para realizar una ruta de transmisión de servicio/reserva comprende, además, la detección de si se produce, o no, un fallo en el enlace de transmisión física y la ruta LSP de reserva enviando, con periodicidad, un mensaje de detección de fallo a la red DCN.

30 El método para realizar una ruta de transmisión de servicio/reserva comprende, además, la detección de si se produce, o no, un fallo en un enlace de transmisión física constituido por el canal de control dentro de la fibra a través de un mecanismo de detección de alarmas en la red óptica.

35 En el método para realizar una ruta de transmisión de servicio/reserva, cuando se produce un fallo en el enlace de transmisión física, mientras que la ruta LSP de reserva funciona con normalidad, dos nodos extremos del enlace de transmisión física, en el que se produce el fallo, entregan, con retardo, la información del fallo a otros nodos a través del protocolo de encaminamiento dinámico; cuando se produce el fallo en el enlace de transmisión física y en la ruta LSP de reserva simultáneamente, los dos nodos extremos del enlace de transmisión física, en donde se produce el fallo, entregan la información del fallo a otros nodos, a su debido tiempo, a través del protocolo de encaminamiento dinámico.

40 En el método para realizar una ruta de transmisión de servicio/reserva, según la invención, configurando una ruta LSP de reserva, para cada enlace de transmisión física en una red DCN, se puede proteger un enlace de transmisión física correspondiente utilizando la ruta LSP de reserva, de modo que cuando se produzca un fallo en el enlace de transmisión física, un paquete transmitido en el enlace de transmisión física, se puede reenviar a la ruta LSP de reserva para su transmisión. De este modo, cuando se produce un fallo en un enlace de transmisión física en el que ha de transmitirse un paquete, el paquete se puede reenviar a una ruta LSP de reserva para su transmisión a su debido tiempo. Como resultado, se puede mejorar la fiabilidad del envío de paquetes y se puede reducir, en gran medida, la pérdida de paquetes durante el proceso de transmisión y de este modo, se facilita la transmisión de la información de gestión y el mensaje de señalización distribuida en una red DCN.

50 Mientras tanto, conviene señalar que el número de rutas LSP configuradas para los enlaces de transmisión física está en proporción directa a los enlaces de transmisión física que han de protegerse. Dicho de otro modo N (N es un número natural que suele tomarse como 1) pares de rutas LSP están configuradas para un enlace de transmisión física, en donde las direcciones de transmisión de cada par de rutas LSP son opuestas entre sí. De este modo, se puede evitar un inconveniente en el sentido de que un número total de rutas LSP a establecerse debe estar en proporción directa al cuadrado del número de nodos N cuando se utiliza el método de la técnica anterior para realizar la ruta de transmisión de servicio/reserva en la red DCN, a través de la ruta LSP en el MPLS. Como resultado, el número de rutas LSP a configurarse se puede reducir en gran medida. De este modo, se puede, asimismo, reducir la carga de trabajo de mantenimiento y la complejidad del mantenimiento de la ruta de transmisión de servicio/reserva en una red DCN.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

60 La Figura 1 es un diagrama de flujo que representa el principio principal de la invención;

La Figura 2 es un mapa de topología estructural de la ruta de transmisión de servicio/reserva según la invención;

65 La Figura 3 es un diagrama esquemático que representa la configuración del valor de coste de cada enlace de transmisión física representado en la Figura 2 y el valor de coste de la ruta LSP de reserva correspondiente;

La Figura 4 es un diagrama de estado de topología de una ruta guardada en cada nodo en la solución de la invención;

5 La Figura 5 es un diagrama esquemático de topología que representa el árbol de rutas más cortas que se obtiene por el nodo A después del cálculo según la solución de la invención;

La Figura 6 es un diagrama esquemático de topología que representa el árbol de rutas más cortas que se obtiene por el nodo B después del cálculo según la solución de la invención;

10 La Figura 7 es un diagrama estructural de topología que representa el árbol de rutas más cortas obtenido por el nodo A mediante un procesamiento de actualización después de que se produzca un fallo en el enlace de transmisión física B-C según la solución de la invención;

15 La Figura 8 es un diagrama estructural de topología que representa el árbol de rutas más cortas obtenido por el nodo B mediante un procesamiento de actualización después de que se produzca un fallo en el enlace de transmisión física B-C en la solución de la invención y

20 La Figura 9 es un diagrama esquemático que representa un proceso de conmutación en donde el flujo de paquetes, originalmente enviado a través del enlace de transmisión física A-B, se reenvía a una ruta LSP de reserva (A-D-B) para el reenvío después de que se produzca un fallo en el enlace de transmisión física A-B, en el método para realizar una ruta de transmisión de servicio/reserva según la invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS FORMAS DE REALIZACIÓN DE LA INVENCION

25 Las formas de realización de la invención se ilustrarán a continuación, en detalle, haciendo referencia a los dibujos.

La invención se puede aplicar a una red para transmitir datos a través de IP, tal como una red DCN o Internet, etc. Se ilustrará ahora tomando el caso en el que la invención se aplica a una red DCN, a modo de ejemplo. En el método para realizar la ruta de transmisión de servicio/reserva basada en una red DCN, una ruta LSP de reserva correspondiente se configura para cada enlace de transmisión física en la red DCN, de modo que, cuando se produzca un fallo, en un enlace de transmisión física, se pueda enviar un paquete transmitido en el enlace de transmisión física a una ruta LSP de reserva para su transmisión a su debido tiempo, con lo que se puede reducir la pérdida de paquetes; al mismo tiempo, se puede reducir la carga de trabajo de mantenimiento y la complejidad del mantenimiento de la ruta de transmisión de servicio/reserva.

35 La Figura 1 es un diagrama de flujo que representa el principio principal del método para realizar la ruta de transmisión de servicio/reserva basada en una red DCN según la invención. El proceso a realizar es como sigue:

40 Etapa S10: Una ruta LSP de reserva se configura para cada enlace de transmisión física en la red DCN.

45 En la red DCN, el enlace de transmisión física puede estar constituido por un canal de control dentro de la fibra, tal como ECC o bien, el enlace de transmisión física puede estar constituido por un canal de control fuera de la fibra (tal como medios de transmisión física que utilizan Ethernet, fuera de la fibra, como una red DCN). El método de la invención se puede aplicar a los enlaces de transmisión física constituidos por uno u otro de dichos dos medios de transmisión.

50 Puesto que las rutas LSP de la tecnología de MPLS suelen soportar la transmisión unidireccional de paquetes y en este caso, la ruta LSP configurada para un enlace de transmisión física debe tener la propiedad de la transmisión bidireccional, con el fin de proteger el enlace de transmisión física en modos de transmisión bidireccionales, respectivamente, con la necesidad de configurar dos rutas LSP, en direcciones opuestas, para cada enlace de transmisión física. Dicho de otro modo, un par de rutas LSP con direcciones de transmisiones opuestas necesitan configurarse en esta disposición.

55 Por supuesto, N (siendo N un número natural, que suele ser tomado como 1) pares de rutas LSP se pueden configurar, además, para cada enlace de transmisión física en la red DCN, en donde cada par de rutas LSP presenta direcciones de transmisión opuestas. Dicho de otro modo, una pluralidad de rutas LSP diferentes se puede configurar para un enlace de transmisión física. De este modo, cuando se produce simultáneamente un fallo en el enlace de transmisión física y en una o más rutas LSP para el enlace de transmisión física, el paquete se puede reenviar también a una ruta LSP normal para el enlace de transmisión física para su propia transmisión. Por lo tanto, se puede garantizar, además, que los paquetes no se perderán durante el proceso de transmisión, de modo que sea favorable para mejorar la fiabilidad de la transmisión de información de gestión y un mensaje de señalización distribuida en una red DCN.

60 El enlace de transmisión física protegido y el enlace de transmisión física a través del cual pasa la ruta LSP de reserva son físicamente independientes; es decir, no están correlacionados en situaciones anómalas en las que se produzca un fallo. Dicho de otro modo, el enlace de transmisión física a través del cual pasa la ruta LSP configurada y el enlace de transmisión física protegido son mutuamente independientes en una capa física y ocupan diferentes enlaces de transmisión física, respectivamente. De este modo, el fallo que se produzca en la ruta LSP de reserva puede no estar en

correlación con el fallo que se produzca en el enlace de transmisión física protegido. Como resultado, un fallo que se produzca en un enlace de transmisión física no causará un fallo en la ruta LSP de reserva y de este modo, se puede conseguir el objetivo de proteger el enlace de transmisión física a través de la ruta LSP de reserva.

5 Puesto que N pares de rutas LSP, con direcciones de transmisión opuestas, están configuradas para un enlace de transmisión física para proteger dicho enlace de transmisión física, el número de las rutas LSP configuradas está en proporción directa al número de enlaces de transmisión física. De este modo, se puede evitar el inconveniente en el método de la técnica anterior para realizar una ruta de transmisión de servicio/reserva en una red DCN, con el uso de la tecnología de MPLS, con un número de rutas LSP a configurarse siendo el cuadrado del número N de nodos en la red DCN y se puede resolver un problema de aumento de la carga de trabajo de mantenimiento y la complejidad del propio mantenimiento de la ruta de transmisión de servicio/reserva, etc.

15 En un diagrama estructural de topología de una red DCN, una ruta LSP configurada y un enlace de transmisión física que protege están en una relación de enlaces paralelos. Dicho de otro modo, el enlace de transmisión física y la ruta LSP de reserva tienen su origen en el mismo nodo fuente y finalizan en el mismo nodo de destino.

Mientras tanto, debe cerciorarse de que un paquete se envía al enlace de transmisión física y no a la ruta LSP de reserva configurada, para su transmisión cuando el enlace de transmisión física funcione con normalidad en la red DCN. Puesto que, en la condición normal, la ruta LSP de reserva es una ruta larga en comparación con el enlace de transmisión física a protegerse y su encaminamiento no está optimizado.

25 La Figura 2 representa un mapa de topología estructural de rutas de transmisión de servicio/reserva construido por el método para realizar una ruta de transmisión de servicio/reserva sobre la base de una red DCN según la invención. En la Figura 2, A-F representa seis nodos de red en la red DCN, es decir, un nodo cruzado óptico. De este modo, además de transmitir la información de gestión y la señalización distribuida, los enlaces de transmisión física, formados entre estos nodos de red, se pueden utilizar además, para transmitir el flujo de tráfico. Los enlaces de transmisión física formados entre estos nodos incluyen A-B, A-D, B-C, B-D, D-E, C-E, C-F y E-F y estos enlaces de transmisión física no están correlacionados en fallos. Dicho de otro modo, estos enlaces de transmisión física pasan a través de diferentes medios de transmisión, tales como cable óptico, tubo, puente, etc. y no se producirá ningún problema relacionado con los fallos. Estos enlaces de transmisión física se utilizan para transmitir paquetes que transmitan información de gestión y un mensaje de señalización distribuida. En este caso, se puede suponer que el valor de coste de cada enlace de transmisión física es 100 (el protocolo de encaminamiento IP debe asegurar que un paquete pase a través del enlace de transmisión física con la suma mínima de valores de costes) y todos los nodos A-F presentan la capacidad de reenvío de MPLS.

35 El proceso de configuración de una ruta LSP de reserva, para cada enlace de transmisión física en la red DCN, se puede realizar según el método de RSVP-TE (Protocolo de Reserva de Recursos – Extensión del Tráfico) o bien, se puede realizar según el protocolo CR-LDP (Protocolo de Distribución de Etiquetas basado en Restricciones). Como alternativa, se puede realizar, además, una ruta LSP estática configurando una tabla de envío de etiquetas en cada nodo de la red DCN, respectivamente. Para el protocolo de señalización anterior para realizar la ruta LSP, se puede hacer referencia al texto estándar relacionado que se especifica en IETF (Grupo Especial sobre Ingeniería Internet). Más concretamente, para RSVP-TE, se hace referencia a RFC3209 y para CR-LDP se hace referencia a RFC3212.

45 Mientras tanto, para cerciorarse de que la ruta de transmisión de servicio/reserva en la red DCN realizada en el método de la invención pueda transmitir paquetes en forma razonablemente adecuada, el valor de coste de la ruta LSP de reserva se puede configurar como mayor que el valor de coste del enlace de transmisión física a protegerse por la ruta LSP de reserva y menor que la suma del valor de coste de cada enlace de transmisión física a través del cual pasa la ruta LSP de reserva, de modo que cuando se produzca un fallo en el enlace de transmisión física, el paquete se puede reenviar a la ruta LSP de reserva para su transmisión y cuando el enlace de transmisión física funcione con normalidad o recupere su funcionamiento normal, el paquete se puede reenviar automáticamente al enlace de transmisión física para su transmisión (puesto que el valor de coste del enlace de transmisión física es menor que el de la ruta LSP de reserva y el flujo de paquetes transmitido, a través de la ruta LSP originalmente se puede reenviar automáticamente al enlace de transmisión física, con un valor de coste más pequeño para su transmisión después de que se actualice la tabla de encaminamientos).

55 Para el caso en que al menos dos pares de rutas LSP se configuren para cada enlace de transmisión física, cuando se produzca un fallo en un enlace de transmisión física, los paquetes a transmitirse en el enlace de transmisión física se envían primero a una ruta LSP de reserva con el valor de coste mínimo para la transmisión.

60 En la red DCN, según se representa en la Figura 2, la ruta LSP de reserva del enlace de transmisión física A-B es A-D-B. Puesto que se ha supuesto anteriormente que el valor de coste del enlace de transmisión física A-B es 100 y la ruta LSP de reserva (A-D-B) pasa a través de dos enlaces de transmisión física A-D y D-B, la suma de los valores de coste de los enlaces de transmisión física a través de los cuales pasa la ruta LSP de reserva (A-D-B) es 200. El valor de coste real de la ruta LSP de reserva (A-D-B) se puede establecer como 150, que está comprendido entre los valores de coste 100 y 200. Más concretamente, para la configuración del valor de coste de cada enlace de transmisión física y el valor de coste de la correspondiente ruta LSP de reserva, representada en la Figura 2, se puede hacer referencia a la Figura 3.

Cada nodo en la red DCN proporciona la configuración de su enlace de transmisión física y la correspondiente ruta LSP de reserva a cada uno de los demás nodos en la red, a través de un mensaje de Anuncio de Estado de Enlace, según protocolos de encaminamiento dinámico, tales como OSPF (Ruta de Acceso Más Corta Primero). De este modo, cada nodo en la red DCN puede obtener un diagrama de estado de la topología de la ruta. Para la formación específica del diagrama de estado de topología de la ruta, se hace referencia a la Figura 4. A continuación, cada nodo en la red DCN calcula la ruta más corta a otros nodos sobre la base del algoritmo de la ruta más corta especificado en el protocolo OSPF, que se toma asimismo como el punto de partida y obtiene su tabla de encaminamientos de IP. La Figura 5 representa un diagrama esquemático de topología del árbol de las rutas más cortas obtenido por el nodo A después del cálculo, según el método de la invención, para realizar la ruta de transmisión de servicio/reserva sobre la base de la red DCN. La Figura 6 representa un diagrama esquemático de topología del árbol de la ruta más corta obtenido por el nodo B después del cálculo según el método de la invención, para realizar la ruta de transmisión de servicio/reserva basada en la red DCN. Cada nodo puede construir su tabla de encaminamientos de IP en función del árbol de la ruta más corta obtenido. Como se representa en la Figura 5, un nodo del salto siguiente al que un paquete enviado desde el nodo A al nodo de destino F será enviado en el nodo B y un enlace de transmisión física para transmitir el paquete es A-B. Para el protocolo de OSPF, se hace referencia a RFC2328. En la práctica, el protocolo de OSPF puede dividir una red DCN en varias áreas, que no tienen ninguna influencia sobre la realización práctica de la invención.

Según se representa en la Figura 1, en la etapa S20, se detecta si se produce un fallo en un enlace de transmisión física en el que ha de transmitirse un paquete. Si la respuesta es afirmativa, se prosigue con la etapa S30 y de no ser así, se prosigue con la etapa S40. La etapa de detectar si se produce, o no, un fallo en el enlace de transmisión física se puede realizar enviando periódicamente un mensaje de detección de fallos (mensaje de saludo Hello) a la red DCN a través de la capa del plano de gestión de la red DCN y dicho mensaje puede detectar también si se produce, o no, un fallo en la ruta LSP de reserva y cuando el enlace de transmisión física está constituido por un ECC, se puede detectar, además, si se produce, o no, un fallo en el enlace de transmisión física a través del mecanismo de detección de alarmas de red óptica.

En un protocolo OSPF, se envía periódicamente un mensaje Hello a través de la capa del plano de gestión en la red DCN; de este modo, se puede detectar el estado operativo de la ruta de transmisión de servicio/reserva en una red DCN. Dicho de otro modo, se puede detectar el estado operativo específico de cada enlace de transmisión física y la correspondiente ruta LSP de reserva correspondiente. Mientras tanto, para reducir un ancho de banda de transmisión ocupado durante el proceso de envío del mensaje Hello, el periodo de envío de dicho mensaje, según se establece, no puede ser demasiado corto.

El periodo de envío suele ser de aproximadamente 10 segundos. Sin embargo, para acortar un proceso de convergencia de rutas de cada nodo en la red DCN, el periodo de envío del mensaje de Hello debería acortarse adecuadamente; por ejemplo, se puede establecer como 1 segundo o más corto. Dicho de otro modo, el periodo de envío del mensaje Hello como un mecanismo de descubrimiento del fallo necesita llegar a una solución de compromiso entre la rapidez de detección del fallo y la cantidad de recursos dedicados.

Cuando el enlace de transmisión física en la red DCN está constituido por un ECC, un mecanismo de detección de alarma de red óptica, basado en el nivel del puerto, se puede tomar, además, como un dispositivo suplementario del mecanismo de detección del mensaje de Hello. Por ejemplo, en una red SDH, el estado operativo de un enlace de transmisión física en la red DCN se puede determinar detectando un mensaje de alarma de una sección de regeneración o una sección de multiplexión. Dicho de otro modo, si aparece la alarma de LOS (Pérdida de Señal) o LOF (Pérdida de Trama), indica que se produce un fallo de avería en un enlace de transmisión física asociado. De este modo, la eficiencia de posicionamiento del fallo del enlace de transmisión física se puede mejorar, a gran medida, mediante el mecanismo de detección de alarma de la red óptica. Cuando se produce un fallo, un paquete transmitido en un enlace de transmisión física relacionado, en el que se produce el fallo, se puede conmutar a la ruta LSP de reserva para la transmisión, con la mayor rapidez posible. Puesto que el enlace de transmisión física, en la red DCN, suele ser bidireccional, si sólo se produce un fallo de transmisión unidireccional, en el enlace de transmisión física, los nodos del enlace de transmisión física, en flujo descendente, en los que se produce el fallo, detectarán inmediatamente el estado del fallo. Un SDH, un Sonet (Red Óptica Síncrona), una OTN (Red de Transporte Óptico), etc. puede notificar al nodo opuesto la información del fallo en el modo REI/RDI (Indicación de Error Remoto/Indicación de Defecto Remoto). De este modo, sin importar que se produzca un fallo de transmisión unidireccional o un fallo de transmisión bidireccional, en el enlace de transmisión física, los nodos, a ambos lados del enlace de transmisión física, en el que se produzca el fallo, pueden detectar, con gran rapidez, el estado del fallo.

Cuando se produce un fallo en un enlace de transmisión física en la red DCN, y la ruta LSP de reserva funciona con normalidad, los dos nodos extremos del enlace de transmisión física, en el que se produjo el fallo, necesitan retardar la entrega de la información del fallo a otros nodos en la red utilizando un protocolo de encaminamiento dinámico; pero cuando se produce el fallo, simultáneamente, en el enlace de transmisión física y en la ruta LSP de reserva, los dos nodos extremos del enlace de transmisión física, en el que se produjo el fallo, necesitan proporcionar la información del fallo a otros nodos en la red, a su debido tiempo, a través del protocolo de encaminamiento dinámico. Dicho de otro modo, la entrega retardada de la información del fallo sólo se aplica a la situación en la que el fallo se produce en el enlace de transmisión física, mientras que la ruta LSP de reserva funciona con normalidad; en otras situaciones, el

estado del fallo de la ruta de transmisión necesita entregarse de inmediato. Utilizando el mecanismo de detección de la alarma de red óptica basado en el puerto, el tiempo para la recuperación del fallo de un enlace de transmisión física, en la red DCN, se puede disminuir en torno a 50 ms. Por lo tanto, se puede mejorar, todavía más, la fiabilidad del reenvío de paquetes en la red DCN.

5 Los motivos de que el nodo, en una red DCN, retarde la entrega de la información del estado del fallo a otros nodos, en la red, a través del protocolo de encaminamiento dinámico (tal como el protocolo OSPF, etc.) cuando se produce el fallo en un enlace de transmisión física, radican en que:

10 (1) si los dos nodos extremos del enlace de transmisión física, en el que se produce el fallo, proporcionan la información del estado del fallo a la red completa inmediatamente después de que se detecte el fallo, se cambiará la tabla de encaminamientos del IP de cada nodo en la red y durante este proceso, es posible que la tabla de encaminamientos del IP, en cada nodo, sea incoherente entre sí, por lo que posiblemente será influido el proceso de comunicaciones entre cada nodo en la red DCN;

15 (2) después de que se produzca el fallo, en un enlace de transmisión física, debido a que el paquete enviado por los dos nodos extremos del enlace de transmisión física, en el que se produce el fallo, no puede llegar al nodo destino con normalidad, el nodo remitente suele reenviar el paquete varias veces. De este modo, aumentará el tráfico entre cualesquiera dos nodos en la red DCN y entre cada nodo y el sistema de gestión de red y en este punto, una "invasión operativa de mensajes" puede tener lugar en la red. Si se proporciona la información de actualización del estado del protocolo de encaminamiento dinámico, sobre la base de OSPF y se recalcula la tabla de encaminamientos por cada nodo, en función de la información de actualización del estado de la ruta, al mismo tiempo, el tráfico de comunicación y la carga de cálculo se incrementarán todavía más. Por lo tanto, los dos nodos extremos del enlace de transmisión física, en el que se produce el fallo, retardan la entrega de la información del estado de fallo (el retardo real se establece en función de la situación específica de la red), de modo que el nodo relacionado pueda proporcionar, a tiempo, en una ocasión adecuada, la información de actualización del estado de la ruta y la tabla de encaminamientos de IP, de cada nodo, se puede actualizar y optimizar a tiempo, porque la "invasión operativa de mensajes" ha finalizado en este momento. Por lo tanto, se puede reducir, en gran medida, las influencias del proceso de actualización de las tablas de encaminamientos de IP sobre la carga de la red.

Según se representa en la Figura 2, si el fallo se produce en el enlace de transmisión física B-C, el paquete en el enlace de transmisión física B-C se conmutará primero a la ruta LSP de reserva (B-D-E-C) del enlace de transmisión física B-C; y cada nodo recalcula su árbol de las rutas más cortas a través de la configuración de ruta dinámica basada en el protocolo de OSPF después de un retardo, por lo que se obtiene una tabla de encaminamientos de IP optimizada, que se ha regenerado. La Figura 7 es un diagrama estructural de topología, que muestra el árbol de las rutas más cortas obtenido por el nodo A, a través de un procesamiento de actualización, después de que se produzca el fallo en el enlace de transmisión física B-C, según el método de la invención para realizar la ruta de transmisión de servicio/reserva en la red DCN; y la Figura 8 es un diagrama estructural de la topología, que muestra el árbol de las rutas más cortas, obtenido por el nodo B mediante un procesamiento de actualización, después de que se produzca el fallo en el enlace de transmisión física B-C, según el método de la invención, para realizar una ruta de transmisión de servicio/ reserva basada en la red DCN.

45 Al mismo tiempo, en la red DCN, los dos nodos extremos del enlace de transmisión física, en el que se produce el fallo, pueden difundir la información del fallo a otros nodos en la red, mediante un protocolo OSPF o un protocolo IS-IS (Sistema Intermedio a Sistema Intermedio). Para el estándar específico del protocolo IS-IS, puede hacerse referencia a la Norma ISO N° 8473 (Protocolo de Intercambio de Encaminamientos Intra-Dominio de Sistema Intermedio a Sistema Intermedio para su uso en conjunción con el Protocolo para Proporcionar el Servicio de Redes en el modo Sin Conexiones).

50 Según se representa en la Figura 1, en la Etapa S30, cuando se detecta que se produce un fallo, en el enlace de transmisión física, un paquete, que ha de transmitirse en el enlace de transmisión física, se reenvía a la ruta LSP de reserva, para su transmisión. Sin embargo, si la ruta LSP de reserva deja de ser operativa, debido al fallo (la información del fallo de la ruta LSP de reserva se puede detectar también mediante el mensaje de saludo Hello del protocolo de OSPF) después de que el paquete se conmute automáticamente a la ruta LSP de reserva, para su transmisión, cuando se produzca el fallo en un enlace de transmisión física, necesita actualizarse la tabla de encaminamientos del IP de la red completa a actualizarse utilizando el proceso de la técnica anterior, a través del protocolo de encaminamiento dinámico, con el fin de garantizar la fiabilidad de transmisión de paquetes en la red DCN.

60 Además, cuando el paquete se transmite en la ruta LSP de reserva, si el estado del fallo del correspondiente enlace de transmisión física se elimina durante el proceso, esto es, el correspondiente enlace de transmisión física se recupera al estado de servicio normal, el paquete transmitido en la ruta LSP de reserva necesita reenviarse al enlace de transmisión física, que recupera su estado normal para la transmisión. Puesto que, después de que se restablezca el enlace de transmisión física, el estado del enlace de transmisión física relacionado cambia desde Abajo (lo que significa que el estado de servicio del enlace de transmisión física es anormal) a Arriba (lo que significa que el estado de servicio del enlace de transmisión física es normal). En este punto, la situación en la que el enlace de transmisión física se recupera

al estado normal se puede detectar también sobre la base del mensaje de saludo Hello del protocolo de OSPF; de este modo, la configuración de la ruta dinámica se puede actualizar, de nuevo, mediante el protocolo de OSPF, con el fin de actualizar la tabla de encaminamientos del IP de la red completa. Además, puesto que el valor de coste del enlace de transmisión física que recupera el estado normal es menor que el de la ruta LSP de reserva, el flujo de paquetes, transmitido anteriormente en la ruta LSP de reserva, se reenviará automáticamente al enlace de transmisión física que se ha recuperado al estado de servicio normal para su transmisión.

Según se representa en la Figura 1, en la etapa S40, cuando no se detecta ningún fallo en el enlace de transmisión física, el enlace de transmisión física, con un valor de coste más bajo, se seguirá utilizando para la transmisión de paquetes.

Durante el proceso anterior, el reenvío del paquete a transmitirse en el enlace de transmisión física, en el que se produce el fallo, a la ruta LSP de reserva para su transmisión, se puede realizar modificando un elemento de lista dirigido al enlace de transmisión física, en el que se produce el fallo, en la tabla de encaminamientos del IP, guardada en un nodo fuente, en el enlace de transmisión física en el que se produce el fallo, según se dirige a un elemento de lista de la correspondiente ruta LSP de reserva. Dicho de otro modo, cuando un nodo, en la red DCN, detecta que se produce un fallo en un enlace de transmisión física relacionado con el nodo y una correspondiente ruta LSP de reserva funciona con normalidad, el nodo puede modificar los elementos de la tabla de encaminamientos, en donde la interfaz de reenvío está dirigida al enlace de transmisión física fallido en la tabla de encaminamientos del IP, allí guardadas, cuando se dirigen a la interfaz de reenvío de la correspondiente ruta LSP. De este modo, el paquete se puede reenviar desde el enlace de transmisión física, en el que se produce el fallo, a una ruta LSP normal para su transmisión.

Además, el reenvío del paquete a transmitirse en el enlace de transmisión física, en el que se produce el fallo, a la ruta LSP de reserva, para su transmisión, se puede realizar también redirigiendo el paquete transmitido en el enlace de transmisión física, en el que se produce el fallo, a la ruta LSP de reserva, para su transmisión, en un controlador de la interfaz del enlace de transmisión física, en el que se produce el fallo. Dicho de otro modo, el paquete realmente transmitido se redirige en el controlador de interfaz del enlace de transmisión física, lo que significa que el paquete previamente reenviado en el enlace de transmisión física (en este caso, el paquete se refiere a un paquete distinto a un paquete del protocolo de OSPF, porque los paquetes del protocolo OSPF necesitan reflejar el estado de servicio real de la red) se reenvía a una ruta LSP de reserva preconfigurada para la transmisión. En el proceso de la redirección, la tabla de encaminamientos del IP, en la red DCN, no necesitará modificarse.

Los dos modos anteriores se ilustrarán ahora mediante un ejemplo:

La Figura 9 es un diagrama esquemático que representa un proceso de conmutación en el que un flujo de paquetes, originalmente enviado a través del enlace de transmisión física A-B, se reenvía a una ruta LSP de reserva (A-D-B), para su transmisión, después de que se produzca un fallo en el enlace de transmisión física A-B, según el método de la invención para realizar la ruta de transmisión de servicio/reserva basada en la red DCN. En la Figura 9, una ruta, representada en líneas de trazos, entre A y B, se refiere a la ruta LSP de reserva (A-D-B). Si se emplea el modo de la modificación de la tabla de encaminamientos del IP, la interfaz de salida de reenvío, correspondiente al elemento de la lista en donde la dirección de destino es el nodo B, C o F, en la tabla de encaminamientos del IP, guardada en el nodo A, necesita modificarse como la interfaz de salida correspondiente a la ruta LSP de reserva (A-D-B). No obstante, si se emplea el modo de redirección de la ruta de transmisión, la tabla de encaminamientos, guardada en el nodo A, no necesita modificarse y el paquete, cuya dirección de destino es el nodo B, C o F, se envía al enlace de transmisión física A-B, en el que se produjo el fallo, según se dirige por la tabla de encaminamientos. Si el controlador de la interfaz encuentra que el fallo se produce en el enlace de transmisión física actual, redirige el paquete a la ruta LSP preconfigurada (A-D-B) para su envío. Los paquetes reenviados en el modo de redirección no incluyen los paquetes del protocolo OSPF.

A continuación, una forma de realización del método para realizar una ruta de transmisión de servicio/reserva, basada en una red DCN, según la invención, se ilustrará en conjunción con el diagrama estructural, representado en la Figura 2. Según se representa en la Figura 2, cuando el nodo A en la red DCN necesita enviar la información del paquete al nodo F, el nodo A reenvía el paquete, a través de los nodos B y C, al nodo F en función de la tabla de encaminamientos del IP allí configurada. Durante este proceso, si el enlace de transmisión física B-C, entre el nodo B y el nodo C, se interrumpe debido a un fallo, el nodo B y el nodo C pueden conocer que el enlace de transmisión física B-C ha pasado desde "disponible" a "indisponible" en función de la información de fallo detectada, y el paquete en el enlace de transmisión física B-C se conmuta a la ruta correspondiente LSP (B-D-E-C) para su transmisión. Puesto que se puede mantener la conectividad del reenvío de paquetes en el enlace de transmisión física B-C, el mensaje del estado de actualización del encaminamiento entre el nodo B y el nodo C no necesita entregarse inmediatamente a través del protocolo de encaminamiento dinámico ni tampoco necesita modificarse, de inmediato, la tabla de encaminamientos de otros nodos. Posteriormente, el servicio óptico influido por el fallo, en la ruta de transmisión óptica A-B-C-F, se conmuta a la ruta recuperada A-D-E-F para su transmisión; cuando el nodo F, flujo abajo, de la ruta de transmisión óptica A-B-C-F, en donde se produce el fallo, detecta que está en condición anómala la ruta de transmisión óptica, el nodo F, flujo abajo, envía la información del estado del fallo al nodo A. La información de control, que transmite la información del estado del fallo, se reenvía en la red DCN mediante el proceso siguiente:

Ante todo, el paquete se reenvía al nodo C mediante el enlace de transmisión física C-F; el nodo C reenvía el paquete, desde los nodos E y D al nodo B, a través de la ruta LSP de reserva del enlace de transmisión física B-C y este proceso de reenvío se realiza mediante el envío de etiquetas en la tecnología MPLS estándar y para el reenvío de paquetes en la capa de la red IP, en este proceso de reenvío, un paquete se reenvía directamente a través del nodo C al nodo B (porque el reenvío de MPLS es un modo de envío entre la capa del enlace de datos y la capa de la red, que es invisible para la capa de la red); a continuación, el nodo B reenvía el paquete al nodo A. Se puede deducir que: si no se utiliza la solución técnica de la invención, o lo que es lo mismo, si no existe la ruta LSP de reserva del enlace de transmisión física B-C, puede fallar el proceso de reenvío, porque la actualización de la tabla de encaminamientos no se completa cuando la información del estado de fallo, enviada por el nodo F, alcanza el nodo C.

Ventajas y modificaciones adicionales serán evidentes para los expertos en esta materia. Por lo tanto, la invención, en sus aspectos más amplios, no está limitada a los detalles concretos y a las formas de realización representativas, que aquí se muestran y describen. En consecuencia, se pueden realizar varias modificaciones y variaciones sin desviarse, por ello, del alcance de protección de la invención, según se define por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

- 5 **1.** Un método de realización de una ruta de transmisión de servicio/reserva, que comprende las etapas siguientes:
- la configuración (S10) de una ruta de conmutación de etiquetas de reserva para un enlace de transmisión física en una red y
- 10 el reenvío (S30) de un paquete a transmitir en el enlace de transmisión física hasta la ruta de conmutación de etiquetas de reserva para su transmisión cuando se produzca un fallo en el enlace de transmisión física,
- caracterizado porque comprende, además:
- 15 cuando se produce el fallo en el enlace de transmisión física, mientras que la ruta de conmutación de etiquetas de reserva funciona normalmente, dos nodos extremos del enlace de transmisión física, en donde el fallo se produce al entregar con un retardo informaciones de fallos a otros nodos por intermedio de un protocolo de encaminamiento dinámico; cuando el fallo se produce en el enlace de transmisión física y la ruta de conmutación de etiquetas de reserva simultáneamente, los dos nodos extremos del enlace de transmisión física en donde el fallo se produce se proporcionan,
- 20 a tiempo, informaciones de fallo a otros nodos por intermedio del protocolo de encaminamiento dinámico.
- 2.** El método de realización de una ruta de transmisión de servicio/reserva, según la reivindicación 1, en donde la configuración de una ruta de conmutación de etiquetas de reserva, para el enlace de transmisión física, se realiza por uno de entre los métodos siguientes:
- 25 utilización de una extensión de tráfico de protocolo de reserva de recursos;
- utilización de un protocolo de distribución de etiqueta por restricción y
- 30 configuración de una tabla de encaminamiento de etiqueta en cada nodo de la red.
- 3.** El método de realización de una ruta de transmisión de servicio/reserva, según la reivindicación 1 o 2, en donde N pares de rutas de conmutación de etiquetas están configurados para el enlace de transmisión física y los sentidos de transmisión de cada par de rutas de conmutación de etiquetas son opuestos entre sí, siendo N un número natural.
- 35 **4.** El método de realización de una ruta de transmisión de servicio/reserva, según la reivindicación 1, 2 o 3, en donde el enlace de transmisión física es físicamente independiente de un enlace de transmisión física a través del cual pasa la ruta de conmutación de etiquetas de reserva.
- 40 **5.** El método de realización de una ruta de transmisión de servicio/reserva, según la reivindicación 4, que comprende, además: cuando el enlace de transmisión física en donde se produce se hace normal, el encaminamiento del paquete transmitido en la ruta de conmutación de etiquetas de reserva, hasta el enlace de transmisión física, que se hizo normal para la transmisión.
- 45 **6.** El método de realización de una ruta de transmisión de servicio/reserva, según la reivindicación 4, en donde: un valor de coste de la ruta de conmutación de etiquetas de reserva está configurada como siendo un valor superior a un valor de coste del enlace de transmisión física protegido por la ruta de comunicación de etiqueta de reserva e inferior a una suma de los valores de coste de enlaces de transmisión física a través de los cuales pasa la ruta de conmutación de etiquetas.
- 50 **7.** El método de realización de una ruta de transmisión de servicio/reserva, según la reivindicación 6, en donde: si al menos dos pares de rutas de conmutación de etiquetas están configurados para el enlace de transmisión física, cuando se produce el fallo en el enlace de transmisión física, el paquete a transmitir en el enlace de transmisión física se reenvía hasta una ruta de conmutación de etiquetas de reserva con un valor de coste mínimo para su transmisión.
- 55 **8.** El método de realización de una ruta de transmisión de servicio/reserva, según la reivindicación 1, 5 o 6, en donde el reenvío del paquete a transmitir a través del enlace de transmisión física, en donde se produce el fallo, hasta la ruta de conmutación de etiquetas de reserva, para su transmisión, se realiza por uno de entre los métodos siguientes:
- 60 modificación de un elemento de lista dirigido al enlace de transmisión física, en el que se produce el fallo, en una tabla de encaminamientos memorizada en un nodo fuente en el enlace de transmisión física en donde se produce el fallo a un elemento de vista dirigido hasta la ruta de conmutación de etiquetas de reserva y
- 65 el reencaminamiento de un paquete transmitido a través del enlace de transmisión física, en donde se produce el fallo, hasta la ruta de conmutación de etiquetas de reserva, para su transmisión, en un controlador de interfaz del enlace de transmisión física en donde se produce el fallo.

9. El método de realización de una ruta de transmisión de servicio/reserva, según la reivindicación 1, en donde el enlace de transmisión física es un canal de control dentro de la fibra o un canal de control fuera de la fibra.
- 5 10. El método de realización de una ruta de transmisión de servicio/reserva, según la reivindicación 9, que comprende, además, la detección de si se produce, o no, un fallo en el enlace de transmisión física y la ruta de conmutación de etiquetas de reserva para envío periódico de un mensaje de detección de fallo en la red.
- 10 11. El método de realización de una ruta de transmisión de servicio/reserva, según la reivindicación 9, que comprende, además, la detección de si se produce un fallo en un enlace de transmisión física constituido por el canal de control dentro de la fibra por intermedio de un mecanismo de detección de alarma de la red óptica.
- 15 12. El método de realización de una ruta de transmisión de servicio/reserva, según la reivindicación 1, en donde la red es una red de transmisión de datos por protocolo IP.
- 20 13. Aparato de realización de una ruta de transmisión de servicio/reserva, que comprende:
un medio de configuración de una ruta de conmutación de etiquetas de reserva para un enlace de transmisión física en una red y
un medio de reenvío de un paquete, a transmitir a través del enlace de transmisión física, a la ruta de conmutación de etiquetas de reserva para la transmisión, cuando se produce un fallo en el enlace de transmisión física,
caracterizado porque el aparato comprende, además:
25 un medio de envío retardado de informaciones de fallo a otros nodos por dos nodos extremos del enlace de transmisión física, en donde se produce el fallo, por intermedio de un protocolo de encaminamiento dinámico, cuando el fallo se produce en el enlace de transmisión física, mientras que la ruta de conmutación de etiquetas de reserva funciona con normalidad y un medio de envío, a tiempo, de informaciones de fallo por dos nodos extremos a otros nodos del enlace de
30 transmisión física, en donde se produce el fallo, a otros nodos por intermedio del protocolo de encaminamiento dinámico, cuando se produce el fallo en el enlace de transmisión física y en la ruta de conmutación de etiquetas de reserva simultáneamente.

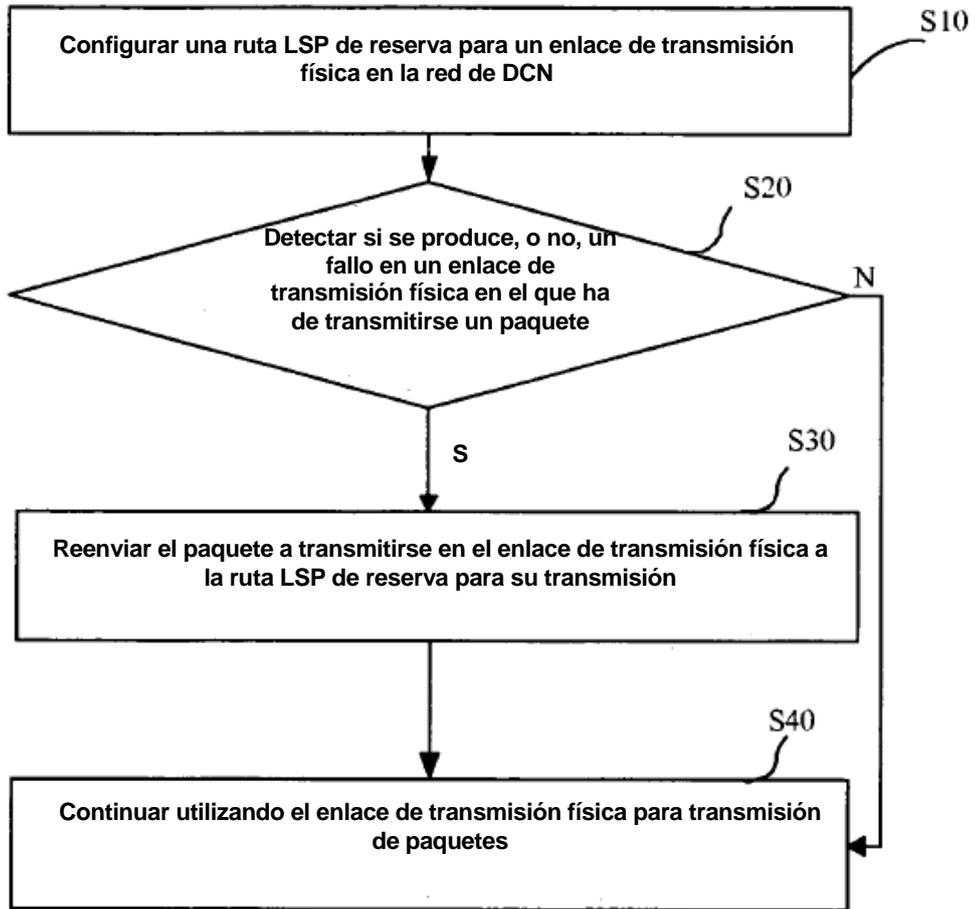


Figura 1

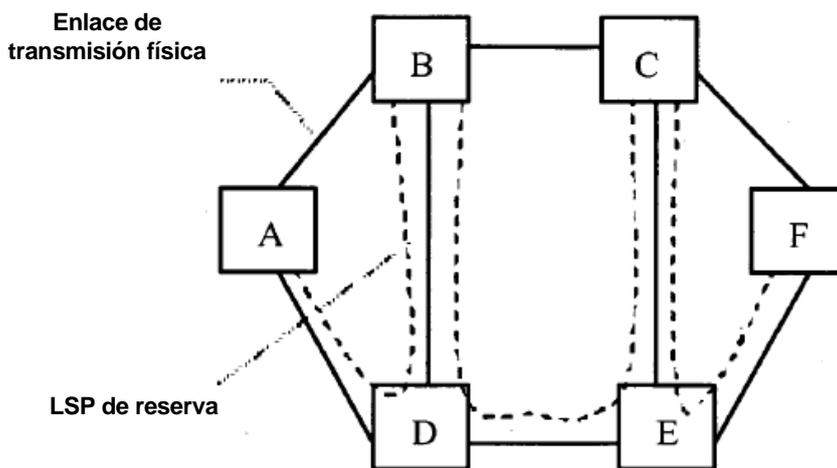


Figura 2

Enlace de transmisión física	Ruta LSP de reserva	Valor de coste de la ruta LSP de reserva
A-B	A-D-B	150
B-C	B-D-E-C	250
C-F	C-E-F	150
...

Figura 3

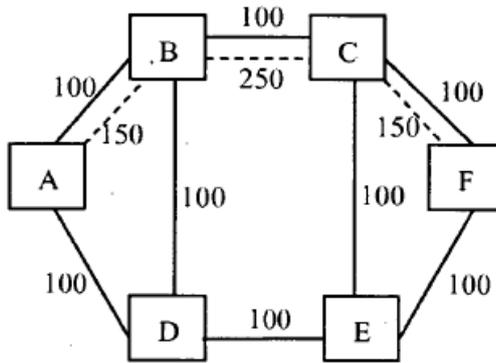


Figura 4

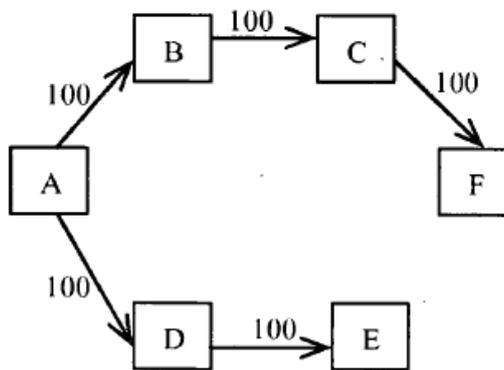


Figura 5

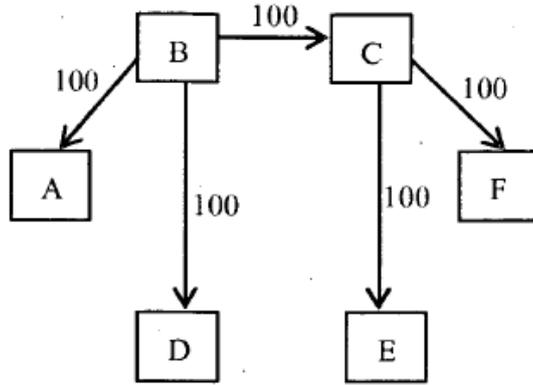


Figura 6

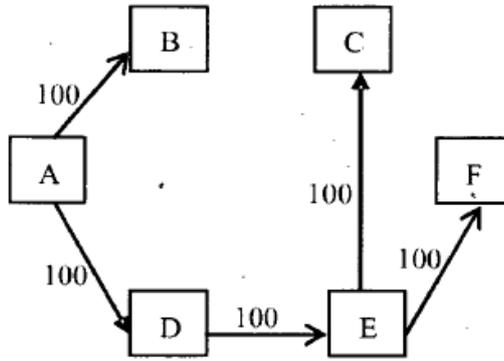


Figura 7

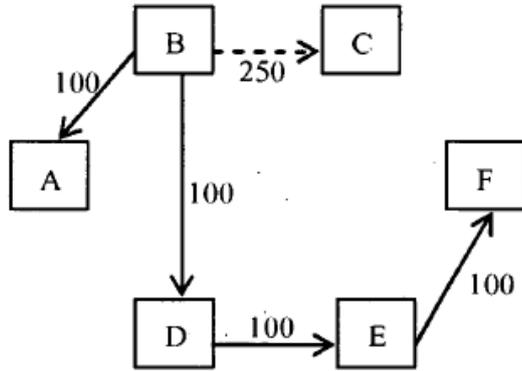


Figura 8

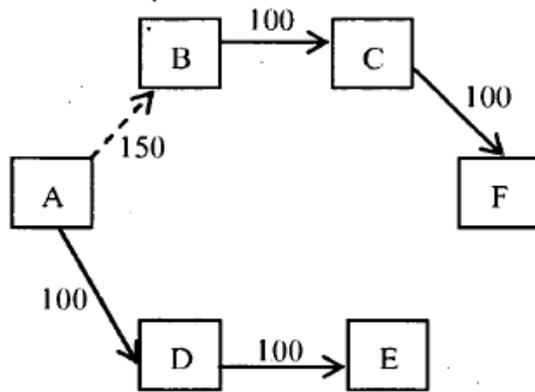


Figura 9